

## מבוא לרשתות תקשורת

### תרגיל מספר 3

להגשה עד ל 24.12

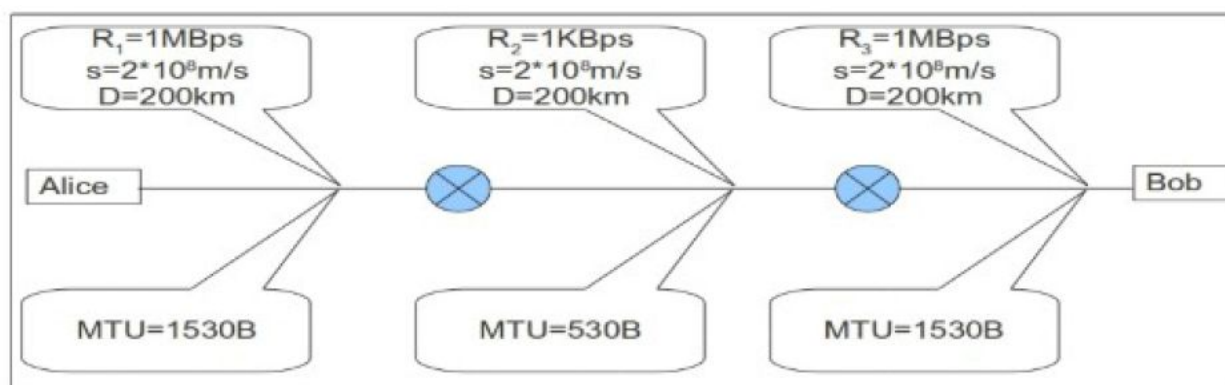
#### **שימו לב:**

- בכל השאלות והסעיפים, יש לתת תשובות מלאות, מנומקות ומוסברות, ולא להציג רק חישובים או רק תשובות סופיות.
- הגשה בזוגות.
- הגשה לתא שלי או לתיבת ההגשה במודל.
- סטודנט המגיש לתא - **חייב** טרם ההגשה להגיש עותק מצולם (באיכות סבירה) לתיבת ההגשה במודל **ולציין שזה גיבוי**.
- **לא** ניתן להגיש (לתא או למודל) לאחר מועד ההגשה.
- **בתרגיל זה 8 שאלות.**

## שאלה 1:

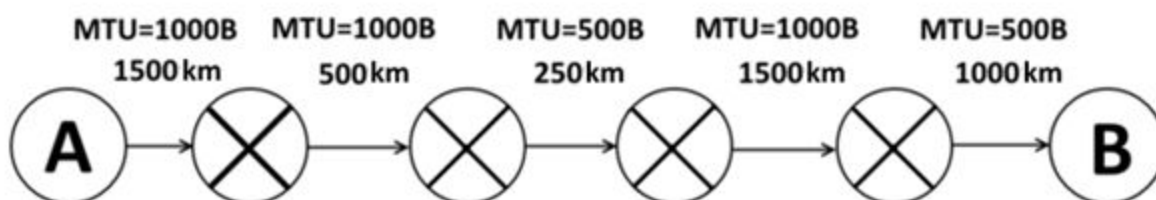
באיור הבא יישום במחשב של אליס משדר חבילה שמכילה 15 דגימות לבוב מעל UDP. גודל כל דגימה הוא 100B. המשמעות של דגימה היא פשוט סוג מסוים של מידע ששייך לשכבת האפליקציה.

הניחו גודל תחילית UDP של 10B וגודל תחילית IP של 20B. הניחו כי אליס לא מדליקה את הביט do not fragment ולא יודעת מה ה-MTU המינימלי במסלול ממנה לבוב. הקצבים ושאר הנתונים מופיעים באיור. שימו לב, לצורך התשובה ניתן לשדר פרגמנטים שהם כמות הנתונים לא בכפולות של 8 בתים. (בתשובה זו בלבד)



- א. ציירו תרשים העברת חבילות וזמנים ובפרט חשבו את הזמן עד שבוב יקבל את המידע, כלומר את כל 15 הדגימות בהנחה שאין אובדן חבילות. יש להציג את הדיאגרמה המלאה והחישוב המלא והמפורט. ציינו במדויק את אורכה של כל חבילה.
- ב. בהנחה שהנתב השני זורק כל חבילה שמגיעה בהסתברות  $p$ :
- מה ההסתברות שהדגימה הראשונה תגיע בהצלחה ליישום של בוב? (הציגו את החישוב והסבירו אותו)
  - מה ההסתברות שכל הדגימות יגיעו בהצלחה ליישום של בוב? (הציגו את החישוב והסבירו אותו)

## שאלה 2:



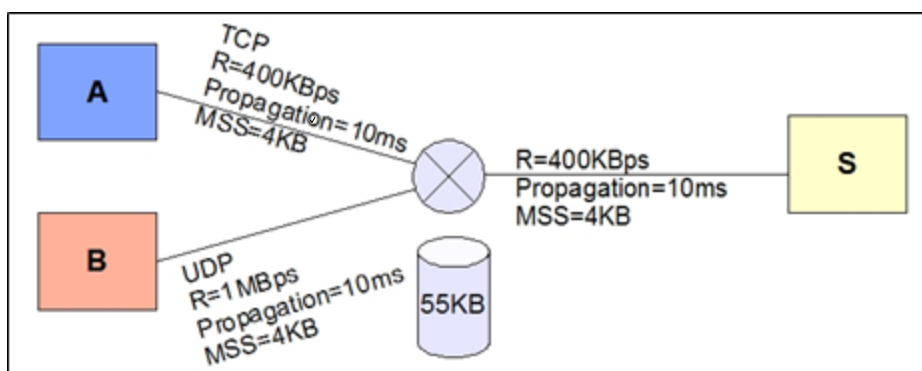
במסלול בין A ל-B יש 4 נתבים, (המרחקים של הערוצים וכמו כן ה MTU בערוצים מופיעים באיור לעיל) ונניח ש-A שולח חבילה ל-B בגודל 2000 בתים בפרוטוקול UDP. נתון:

- שידור FIFO וקצב שידור בכולם הוא 100KBps.
- מהירות ההתפשטות 250,000 ק"מ בשניה.
- במסלול בין A ל-B החבילה פוגשת 4 חבילות (בגודל זהה 500 בתים) נוספות בכל נתב אי זוגי (כלומר הנתב הראשון והשלישי)
- ה MTU בערוץ הראשון, השני והרביעי (משמאל לימין) הוא 1000 בתים, ובערוץ השלישי והחמישי הוא 500 בתים. (כמסומן באיור)
- הניחו כי גודל תחילית IP הוא 20 בתים, גודל תחילית UDP הוא 10 בתים (מקורב לשם נוחות), וגודל תחילית TCP הוא 20 בתים.

- א. חשבו כמה זמן עד ש-B מקבל את החבילה.
- ב. כמה בתים מקבל B כאשר נשלח בצורה זו קובץ בגודל 1,000,000 בתים (שמחולק ל 500 חבילות בגודל 2000 בתים)?
- ג. כמה בתים מקבל B כאשר נשלח בצורה זו קובץ בגודל 1,000,000 בתים בפרוטוקול TCP?

### שאלה 3:

ברשת יש שני לקוחות: לקוח A שמעלה קובץ בגודל 40KB לשרת S מעל TCP ולקוח B שמעלה קובץ בגודל 20KB לשרת S מעל UDP. התור בנתב בגודל 55KB. התור בשרת S בגודל 100KB. ה-MSS בגודל 4KB. הניחו שאין delayed ACK. קצב שידור של לקוח A, שרת S והנתב הוא 400KBps, וקצב שידור של B הוא 1MBps. הניחו timeout של 0.1 שניות. השהיית ההתפשטות בכל הערוצים 10 מילישניות. התעלמו מ-Headers ומזמן ה**שידור** של הודעות בקרה (ACK).



בזמן 0 לקוח A פונה לשרת S לצורך העלאת קובץ בגודל 40KB מעל TCP, וכעבור 0.2 שניות הלקוח B גם כן מתחיל להעלות קובץ אחר בגודל 20KB לשרת S מעל UDP. הדגימו העברת הודעות מזמן 0 ועד שלקוח A יודע בוודאות שהשרת S קיבל את הקובץ בשלמותו. ציינו בבירור זמנים על כל שידור וחשבו במדויק את הזמן עד הרגע ש-A יודע בוודאות שהקובץ התקבל אצל השרת בהצלחה.

### שאלה 4:

מחשב A שולח למחשב B חבילה עם 1990 בתים של מידע. תחילית UDP היא 10 בתים (לצורך החישוב) ותחילית IP היא 20 בתים. ה-MTU בערוץ בין A לנתב הוא 1500 וה-MTU בערוץ בין הנתב ל-B הוא 500. תארו את הפרגמנטים לאורך המסלול. כלומר, את החלוקה לפרגמנטים וכיצד היא מתבצעת, כמה מידע יש בכל פרגמנט, ומה הערכים של שדות הפרגמנטציה ב-headers, כולל length, offset, MF, DF.

## **שאלה 5:**

נתון קובץ בגודל 122,000B. גודל חבילה הוא 1500B וגודל ה-ack הוא 40B. קצב השידור הוא 1.5MBps, והשהיית ההתפשטות 12ms. נתון חלון בגודל 8 סגמנטים. חשבו את הזמן שייקח לקובץ להגיע.

## **שאלה 6:**

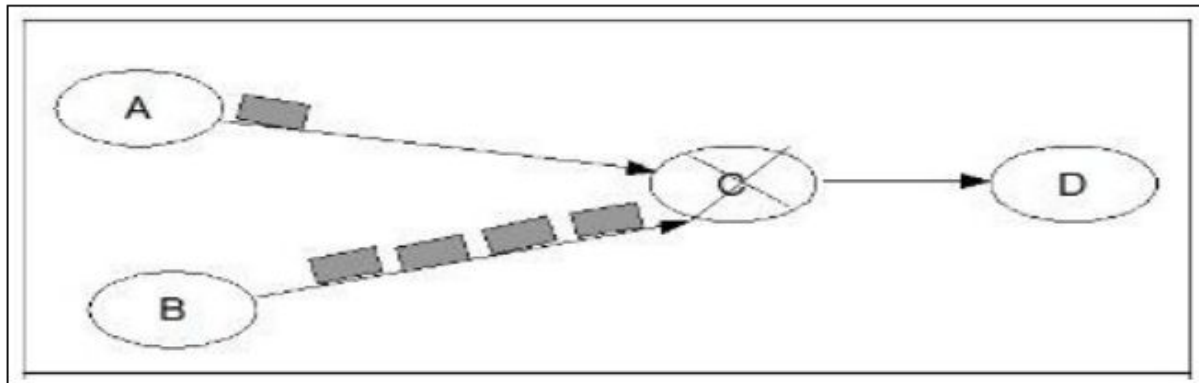
לקוח מבקש להוריד קובץ מהשרת, באמצעות TCP. גודל ה-congestion window הוא 4000 בתים. ה-MSS הוא בגודל 1000 בתים. מה גודל החלון לאחר שליחת 4 חבילות וקבלת ACK לכ"א מהן (נניח ACK אחד לחבילה) אם ה-connection ב-slow-start.  
1. slow-start  
2. congestion avoidance

## **שאלה 7:**

לקוח ושרת מחוברים ביניהם בעזרת ראוטר. לקוח פותח חיבור לשרת ושולח בקשה (קצרה) להורדת קובץ בגודל 16KB מהשרת (הניחו זמן שידור הבקשה זניח, ולכן ניתן להתעלם ממנו). קצב שידור בשני הערוצים (בשני כיוונים) הוא 1MBps ומהירות התפשטות 250000 ק"מ לשניה. מרחק בין לקוח לנתב הוא 250 ק"מ ובין נתב לשרת 750 ק"מ. ה-MSS הוא 2KB (התעלמו מ-headers), ועם סיום קבלת החבילה תמיד נשלח ACK. הודעות ACK קטנות וקצב שידור שלהן זניח (לכן ניתן להתעלם מזמן השידור שלהן). התור בנתב בגודל 4KB ואין תעבורה אחרת ברשת. הניחו שהאפליקציה בלקוח קוראת מה-buffer בקצב קבוע של 0.5MBps. גודל ה-receiveBuffer הוא 7KB ו-TCP ב-slow start.

1. חשבו כמה זמן יקח להעביר את הקובץ.
2. הראו דיאגרמת העברת הודעות בין השרת והלקוח כולל הקמת וסגירת החיבור (המספר הסידורי ההתחלתי בשרת הוא 20000 ובלקוח הוא 30000). על כל חבילה שנשלחת יש לציין את המספרים הסידוריים, גודל ה-receive Window, דגלי TCP, זמן וחלון בקרת עומס.

## שאלה 8:



באיור לעיל, שתי תחנות A ו-B משדרות נתונים ל-D דרך הנתב C. תחנה A משדרת קובץ בגודל 1MB ותחנה B משדרת קובץ בגודל 1.5MB. נתון:

- גודל חבילה מקסימלי הוא 1KB.
- ניתן להזניח headers.
- קצב השידור של A ו-B זהה, והוא 100MBps.
- קצב השידור בין הנתב C לבין D הוא 10MBps.
- מהירות ההתפשטות בכל הערוצים היא  $2.5 \cdot 10^8$  מטר לשניה.
- המרחק בין A לנתב הוא 800 מטר.
- המרחק בין B לנתב הוא 1 ק"מ.
- המרחק בין C ל D הוא 2.5 ק"מ.
- הנתב C מעביר חבילות על בסיס FIFO. אם מגיעה חבילה ובנתב יש תור, היא מחכה בתור עד שחבילות שהגיעו לפניו יושדרו.

1. ציירו תרשים העברת הודעות בין התחנות.
2. A ו-B מתחילות את השידור בזמן 0. כמה זמן יעבור עד ששני הקבצים יתקבלו במלואם ב-D?
3. מה גודל החוצץ המינימלי הנדרש בנתב כדי שלא יאבדו חבילות?

## בהצלחה